

BACnet を用いた知的照明システムにおけるエリア分割手法について

谷口 武

Takeshi TANIGUCHI

1 はじめに

著者らは、各執務者が要求する照度を最小の電力で実現する知的照明システムの研究・開発を行っている [1].

また、複数のオフィス (以下、大規模環境と称す) における知的照明システムの導入と運用の容易化を目的とし、ビルの標準規格である BACnet を用いた知的照明システムを提案している.

しかし、BACnet を用いた照明個別制御は、1 秒間に制御できる照明台数に限界がある. そこで、限られた照明制御台数で、より照明台数の多い環境を制御できる手法を提案する.

本提案手法は、知的照明システムで制御する 1 つのエリアを 2 分割し、分割したエリア毎に知的照明システムを制御することで、照明個別制御の効率化を実現する.

その結果、従来と同等の時間で、2 倍の照明環境で制御することが可能になった.

2 BACnet を介した知的照明システム

2.1 BACnet

BACnet は、オフィスビルに備わっているネットワークのための通信規格であり、ASHRAE, ANSI, ISO などにおいて標準規格とされている. BACnet を用いることで、異なるベンダシステム間の相互接続性を確保することが可能となり、異なるベンダで構築されたシステムを相互的に接続できる. そのため、様々なベンダのシステムを集中管理制御により総合的に制御可能となる.

合理的なビル管理ができることから、近年、BACnet を用いて、ビル内のシステムを集中管理制御しているオフィスビルが増加している [2].

2.2 BACnet を用いた知的照明システムの構成と課題

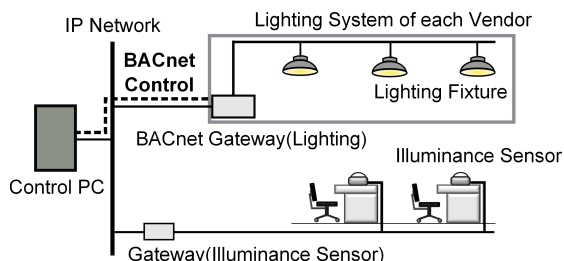


Fig.1 BACnet を介した知的照明システム構成

Fig. 1 は BACnet を介した知的照明システムの構成図である. Fig. 1 に示すように、BACnet を用いた知的照明システムは、集中制御コンピュータから BACnet を介して、各ベンダ内の照明個別制御を行うため、制御コン

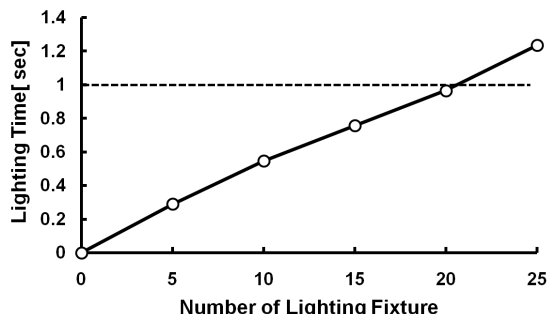


Fig.2 照明制御信号送信から全照明増光開始までの時間

ピュータの集約化が可能である. また、ビル内の IP ネットワークに集中制御コンピュータと照度センサを接続するだけで、知的照明システムの導入が可能になる. さらに、各ベンダ内の既存照明制御システムに依存することなく照明個別制御が可能であるため、これまでに導入に必要であった改良工事も不要にする.

このように、BACnet を用いて知的照明システムを構築することで、大規模環境における知的照明システムの導入と運用の容易化を実現した.

しかし、BACnet を介した照明個別制御には制御遅延があり、知的照明システムの制御においてボトルネックになる.

Fig. 2 は、BACnet を介して照明個別制御を行ってから、全照明が増光を開始するまでの時間を示したグラフである. グラフの縦軸は、制御信号値を送信してから全照明が増光を開始するまでの時間 [秒] で、横軸は制御した照明台数を示している. Fig. 2 に示すように、BACnet を介した照明個別制御では、1 秒間に 20 台の照明しか制御することができない.

BACnet を用いた知的照明システムは、照明制御の遅延を考慮し、照明制御間隔を 2 秒としている. この照明制御間隔の内、1 秒は照明光度の安定に必要な時間であるため、BACnet を用いた知的照明システムは 1 秒で全照明の増光を完了させる必要がある.

そのため、照明台数が 20 台以下の小さいオフィスでは問題なく制御できるが、照明台数が 20 台を超えるオフィスでは、照明制御間隔を長くする必要があるため、目標照度へ収束するのに時間を要してしまう. この課題点を解決するために、限られた照明台数でより大きなオフィス (照明台数が 20 台を超える環境) を制御できる手法を提案する必要がある.

3 知的照明システムにおけるエリア分割制御

3.1 提案手法の概要

上述した課題点を解決するために、知的照明システムにおけるエリア分割手法を提案する。BACnet を用いた知的照明システムは照明制御間隔が 2 秒であり、その内 1 秒は照明光度の安定のため待機時間である。つまり、その待機時間を有効的に活用することで、効率的な照明制御が可能になる。

本提案手法は、知的照明システムで制御するエリアを分割し、分割したエリア毎に知的照明システムを制御する。そして、照明光度の安定のための待機時間に別エリアの知的照明システムの照明個別制御を行うことで、照明制御の効率化を実現する。

以下に提案手法の制御フローを示す（本論文では 2 分割）。なお、各エリア内（以下、エリア A とエリア B と称す）の制御は、各知的照明システム（以下、システム A およびシステム B と称す）が別々に制御している。

- (1) システム A が次光度を基にエリア A の照明制御
- (2) 1 秒間待機
- (3) システム B がエリア B の照度・電力情報を取得
- (4) システム B がエリア B の照明の次光度を決定
- (5) システム B が次光度を基にエリア B の照明を制御
- (6) 1 秒間待機
- (7) システム A がエリア A の照度・電力情報を取得
- (8) システム A がエリア A の照明の次光度を決定
- (9) 項目 (1) に戻る

以上の制御フローの通り、一方のエリアが照明光度の安定のために待機している間に照明制御を行うことで、照明制御の効率化を実現している。つまり、従来の 2 倍の照明台数の環境であっても、BACnet を用いた知的照明システムの制御が可能となる。

3.2 提案手法の検証実験

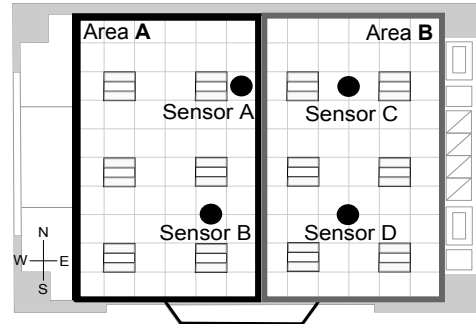
提案手法は、1 つのエリアを分割して、複数の知的照明システムを個々に制御している。そのため、分割しないで制御した時と比較すると、目標照度への照度収束誤差が大きくなり、また不適切な照明点灯パターンのため照明消費電力が増加する可能性がある。

そこで、提案手法の有効性を検証するために、従来の知的照明システム（分割なし）と提案手法の目標照度への照度収束、および点灯パターンの比較を行った。

実験環境は、Fig. 3 に示すように、照明台数 12 台、照度センサ 4 台である。従来の知的照明システム（分割なし）では、1 つの知的照明システムで 12 台の照明を制御し、4 つの照度センサに対して照度収束を行う。

一方、提案手法では、Fig. 3 に示すようにオフィスを左右半分に 2 分割し、知的照明システムをエリア毎に制御する。この時、各知的照明システムは、エリア内の 6 台の照明を制御し、エリア内の 2 つの照度センサに対して照度収束を行う。

両手法において、目標照度は照度センサ A から順にそ



Legend: □ Lighting Fixture ● Illuminance Sensor

Fig.3 実験環境（照明 12 台、照度センサ 4 台）

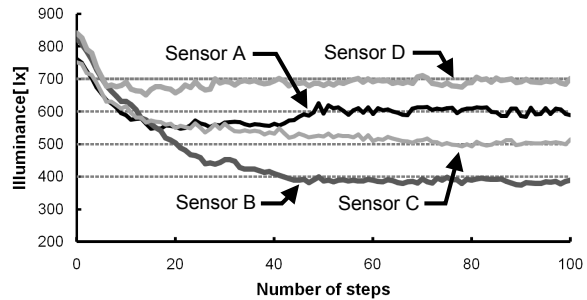


Fig.4 目標照度収束履歴（従来手法）

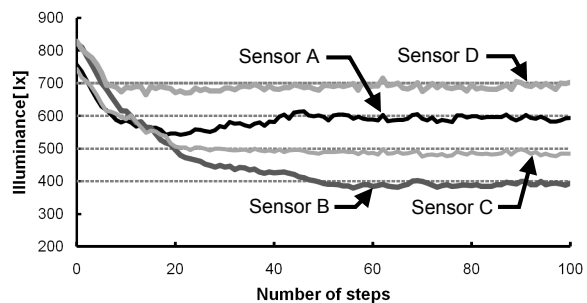


Fig.5 目標照度収束履歴（提案手法）

れぞれ 600 lx, 400 lx, 500 lx, 700 lx と設定した。

検証実験による目標照度収束結果を、Fig. 4 および Fig. 5 に示す。実験結果から、提案手法を用いた場合であっても、従来手法を用いた時の目標照度収束誤差、および収束時間とほとんど差異がないことわかる。また、照明点灯パターンにおいて、提案手法は従来手法と比較すると最適な点灯パターンではないが、電力の削減率を比較すると大きな差異はなかった。

以上のことから、本提案手法は照明台数の多いオフィスにおいて有効であると言える。

参考文献

- 1) 三木光範, 知的照明システムと知的オフィスコンソーシアム, 人工知能学会, Vol.22, No3, pp.399-410, 2007
- 2) BACnet Website <http://www.bacnet.org> (accessed May 13, 2015)